





## Method for forming a workpiece by application of a high internal pressure

**Patent number:** EP1000677  
**Publication date:** 2000-05-17  
**Inventor:** WELSCH FRANK DR (DE); OEHLERKING CONRAD  
DIPL-ING (DE)  
**Applicant:** VOLKSWAGENWERK AG (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B21D26/02  
- **european:** B21D26/02H; B21D39/04  
**Application number:** EP19990120812 19991021  
**Priority number(s):** DE19981051492 19981109

**Also published as:**

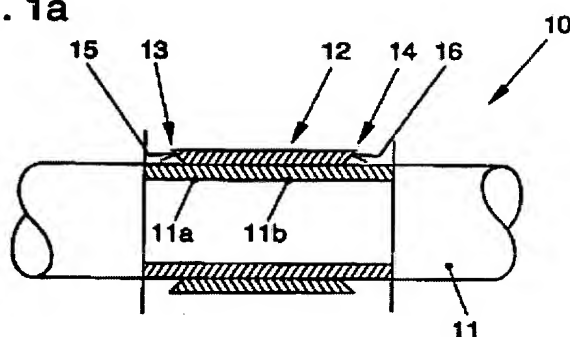
 EP1000677 (A3)  
 DE19851492 (A1)  
 EP1000677 (B1)

**Cited documents:**

 US4759111  
 EP0015712  
 DE19511970  
 DE548576  
 DE3616901

**Abstract of EP1000677**

The deformation process produces the part from a tube with at least one sector of different wall thickness to the rest of it. An assembled tube (10) is used. An outer tube sector (12) is pushed onto an inner tube (11) of uniform wall thickness in order to create the sector of different wall thickness. The parts are bonded to each other by the molding process.

**FIG. 1a**

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 000 677 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**18.02.2004 Patentblatt 2004/08**

(51) Int Cl.7: **B21D 26/02, B21D 39/04**

(21) Anmeldenummer: **99120812.5**

(22) Anmeldetag: **21.10.1999**

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Bauteils mittels Innenhochdruck-Umformen**

Method for forming a workpiece by application of a high internal pressure

Procédé pour former une pièce par application d'une pression intérieure élevée

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **09.11.1998 DE 19851492**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**17.05.2000 Patentblatt 2000/20**

(73) Patentinhaber: **Volkswagen Aktiengesellschaft  
38436 Wolfsburg (DE)**

(72) Erfinder:

- **Oehlerking, Conrad, Dipl.-Ing.  
38527 Meine (DE)**
- **Welsch, Frank, Dr.  
38179 Schwülper (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

**EP-A- 0 015 712 DE-A- 3 616 901**  
**DE-A- 19 511 970 DE-C- 548 576**  
**US-A- 4 759 111**

**EP 1 000 677 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Bauteils mittels Innenhochdruck-Umformen aus einem Rohr mit mindestens einem Abschnitt unterschiedlicher Wanddicke. Die vorliegende Erfindung trifft ferner ein derartiges Rohr.

[0002] Für den Innenhochdruck-Umformprozeß (IHU) werden üblicherweise Rohre als Halbzeuge eingesetzt. Im Automobilbau erfordern belastungsgerecht dimensionierte Bauteile oft eine abgestufte Wanddicke. Um diese Forderung zu erfüllen, müssen für den IHU-Prozeß diese Rohre in abgestufter Wanddicke hergestellt werden.

[0003] Aus der DE 196 04 357 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen von Rohren mit Abschnitten unterschiedlicher Wanddicke aus einem anfangs ebenen Blech bekannt, bei dem zunächst eine gezielte walzende Verformung des Blechs mit in Walzrichtung bereichsweise wechselnden Blechdicken vorgenommen wird. Daraus resultiert eine gezielte partielle Wanddickenreduktion. Anschließend wird das gewalzte Blech zugeschnitten, zu einem Rohr umgeformt und entlang der Stoßkanten gefügt. Eine derartige Fertigung mit durchgehendem Material in einem Herstellungsprozeß ist jedoch aufwendig und kostspielig.

[0004] Aus der DE 43 20 656 A1 ist ein Verfahren zum Herstellen eines Rohrträgers nach dem Innenhochdruck-Umformverfahren bekannt, bei dem ein gerader Rohrkörper aufgeweitet wird, wobei der aufzuweitende Rohrkörper aus unterschiedliche Wandstärken aufweisenden Rohrabsechnitten zusammengeschweißt ist. Diese Anfertigung von sogenannten "tailored tubes" als Schweißkonstruktion ist aufwendig und für den Innenhochdruck-Umformprozeß wegen der Schweißnähte nicht unproblematisch.

[0005] Aus der DE 3610 481 A1 ist ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Rohren mit einer oder mehreren Innenwandverdickungen bekannt, wobei die Verdickungen aus einem zylindrischen Rohr durch spangebende Verfahren und/oder Umformverfahren gefertigt sind. Dabei werden in einem Rohr mit gleicher Wanddicke in einem ersten Schritt durch spangebende Verfahren oder Umformverfahren nach außen oder außen und innen geformte Wandverdickungen hergestellt, die in einem zweiten Schritt vorzugsweise durch Kalthämmern nach innen umgeformt oder ausgeformt werden. Auch dabei handelt es sich um ein vergleichsweise aufwendiges und kostspieliges Verfahren.

[0006] Die EP 0 733 540 B1 beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Hohlprofils für eine Trägerstruktur eines Kraftfahrzeuges durch hydraulisches Aufweiten eines Ausgangsteiles, wobei als Ausgangsteil ein Strangpreßprofil benutzt wird, das im Querschnitt Bereiche mit unterschiedlichen Wanddicken aufweist. Die Wandstärke des Ausgangsteils wird dabei so gewählt, daß das im Innenhochdruck-Umformverfahren hergestellte Hohlprofil an den erforderlichen Stellen die nötige

Wanddicke aufweist. Nachteilig daran ist, daß für verschiedene Hohlprofile mit unterschiedlichen Wandstärken jedesmal separate Strangpreßprofile als Ausgangsprodukt hergestellt werden müssen.

[0007] Schließlich ist aus der US-A-4 759 111 ein Verfahren zum Formen eines Kastenprofil-Rahmentails aus zwei ineinander geschobenen Rohren durch Aufweiten des inneren Rohres infolge Innenhochdruck-Umformung bekannt. Als nachteilig ist bei diesem Verfahren ein Stufensprung auf der Oberfläche des erstellten Rahmentails in Form einer sogenannten Diskontinuität der Oberfläche des erstellten Rahmentails herzustellen, welche mit aufwendigen Maßnahmen zu verfüllen ist.

[0008] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht demnach darin, ein Verfahren der oben genannten Art bereitzustellen, bei dem die Wanddickenabstufung bei einer absatzfreien äußeren Kontur auf möglichst einfache Art und Weise erreichbar ist.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es weiterhin, ein nach besagtem Verfahren hergestelltes Rohr

[0010] Diese Aufgaben werden durch die Merkmale der Ansprüche 1 und 6 gelöst.

[0011] Die Lösung besteht darin, daß zunächst ein zusammengesetztes Rohr verwendet wird, indem auf ein Innenrohr mit gleichmäßiger Wanddicke zur Erzeugung des mindestens einen Abschnittes unterschiedlicher Wanddicke mindestens ein äußerer Rohrabchnitt aufgeschoben wird und anschließend das zusammengesetzte Rohr dem Innenhochdruck-Umformprozeß unterworfen wird, so daß die Teile durch den Formgebungsprozeß fest miteinander verbunden werden, wobei erfindungsgemäß mindestens ein Ende eines äußeren Rohrabchnittes im Querschnitt schräg gestaltet wird, so daß nach dem Innenhochdruck-Umformprozeß eine im wesentlichen absatzfreie äußere Kontur des fertigen Bauteils resultiert. Die äußere Kontur bedarf dann keiner Nachbearbeitung, um eventuelle Absätze oder Fügestellen abzuschleifen oder in vergleichbarer Weise nachzubearbeiten.

[0012] Es ist also vorgesehen, die Abstufung der Wanddicke durch Überinanderschieben von Rohrabsechnitten zu erreichen. Dieses zusammengesetzte Halbzeug wird dann im IHU-Werkzeug wie gewohnt umgeformt. Beim Umformprozeß wird der Außendurchmesser des inneren Rohres auf das Maß des Außenrohres gebracht, so daß beide Teile durch die Formgebung miteinander verbunden werden. Die Länge des resultierenden Bauteils ergibt sich dabei aus der Länge des Innenrohrs. Der äußere Rohrabchnitt bzw. die äußeren Rohrabsechnitte erzeugen die Aufdickung. Dadurch wird erreicht, daß das Druckmedium während des Innenhochdruck-Umformprozesses nicht zwischen die Rohre gelangt und eine gemeinsame Umformung gewährleistet wird.

[0013] Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Zur Erzeugung mehrerer Abschnitte unterschiedlicher Wanddicke können mehrere

äußere Rohrabschnitte mit verschiedenen Durchmessern übereinander auf das Innenrohr geschoben werden. Stattdessen können die äußeren Rohrabschnitte partiell übereinandergeschoben werden.

[0014] Vor und/oder nach dem Innenhochdruck-Umformprozeß können eine oder mehrere zusätzliche Verbindungen zwischen dem Innenrohr und dem mindestens einen äußeren Rohrabschnitt hergestellt werden, beispielsweise durch Laserschweißen oder andere Füge-techniken. Damit wird gewährleistet, daß das zusammengesetzte Halbzeug im IHU-Werkzeug nicht verrutscht. Diese zusätzlichen Verbindungen können beispielsweise nach dem Umformprozeß dadurch hergestellt werden, daß das resultierende Bauteil mit einem oder mehreren anderen Bauteilen verbunden wird.

[0015] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden im folgenden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1a eine schematische teilweise geschnittene Darstellung eines zusammengesetzten Rohres aus einem Innenrohr und einem vollständig auf das Innenrohr aufgeschobenen äußeren Rohrabschnitt;

Figur 1b ein Bauteil aus einem zusammengesetzten Rohr gemäß Figur 1a nach dem Umformprozeß in schematischer Darstellung;

Figur 2a ein zusammengesetztes Rohr aus einem Innenrohr und mehreren partiell übereinander geschobenen äußeren Rohrabschnitten;

Figur 2b ein Bauteil aus einem zusammengesetzten Rohr gemäß Figur 2a nach dem Umformen in schematischer Darstellung.

[0016] In Figur 1a ist ein zusammengesetztes Rohr 10 dargestellt, welches aus einem Innenrohr 11 und einem äußeren Rohrabschnitt 12 besteht. Das Innenrohr 11 weist dabei die benötigte Bauteillänge auf. Der äußere Rohrabschnitt 12 ist nach Art einer Manschette vollständig über das Innenrohr 11 geschoben, so daß es einen mittleren Bereich 11b überdeckt und die äußeren Bereiche 11a unbedeckt bleiben. An den Außenrändern 13 und 14 des äußeren Rohrabschnittes 12 sind nach innen verlaufende Abschrägungen 15, 16 vorgesehen.

[0017] Das Innenrohr 11 und der äußere Rohrabschnitt 12 bestehen beispielsweise aus einem Stahlblech, welches zu einem Rohr geformt und an den Stoßkanten gefügt ist. Das zusammengesetzte Rohr 10 wird in üblicher Weise einem Innenhochdruck-Umformprozeß unterzogen. Das resultierende Bauteil 20 ist in Figur 1b schematisch dargestellt. Das Bauteil 20 besteht aus äußeren Bereichen 21, welche aus dem Innenrohr 11 hervorgingen und dem in Figur 1a bezeich-

neten Bereich 11a entsprechen und einem verdickten Bereich 22, der aus dem in Figur 1a mit 11b bezeichneten Bereich des Innenrohres und dem äußeren Rohrabschnitt 12 hervorging. Die äußere Kontur des Bauteils 20 weist keinerlei Absätze auf, da die Wand des ehemaligen Innenrohres sich vollkommen an die schräge Kontur 15, 16 des äußeren Rohrabschnittes 12 anschmiegt hat. Im resultierenden Bauteil 20 sind die beiden Teile, nämlich das Innenrohr 11 und der äußere Rohrabschnitt 12, durch die Formgebung fest miteinander verbunden. Diese Verbindung kann durch Herstellen weiterer Verbindungspunkte, z. B. durch Laserschweißen oder durch andere Füge-techniken weiter verfestigt werden. Diese Verbindungspunkte können vor oder nach dem Umformprozeß hergestellt werden. Da dann die Verbindungspunkte nach dem Umformprozeß hergestellt, können sie dadurch erzeugt werden, daß das Bauteil 20 mit einem oder mehreren beliebigen weiteren Bauteilen verbunden wird.

[0018] In Figur 2a ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines zusammengesetzten Rohres 30 schematisch und teilweise geschnitten dargestellt. Das zusammengesetzte Rohr 30 besteht aus einem Innenrohr 31 und drei äußeren Rohrabschnitten 32, 33, 34, die partiell auf das Innenrohr 31 übereinandergeschoben sind, so daß ein äußerer Bereich 31a des Innenrohres 31 und die äußeren freien Enden 32a, 33a, 34a der äußeren Rohrabschnitte 32, 33, 34 unbedeckt bleiben. Die äußeren freien Enden 32a, 33a und 34a der äußeren Rohrabschnitte 32, 33, 34 weisen wiederum eine nach innen gerichtete Abschrägung 32b, 33b, 34b auf. Das zusammengesetzte Rohr 30 wird einem üblichen Innenhochdruck-Umformprozeß unterworfen.

[0019] Das resultierende Bauteil 40 ist schematisch und teilweise geschnitten in Figur 2b dargestellt. Das Bauteil 40 weist einen dünnen Bereich 41 auf, der aus dem äußeren Bereich 31a des Innenrohres 31 resultiert, sowie stufenweise verdickte Bereiche, nämlich einen einfach verdickten Bereich 42, einen doppelt verdickten Bereich 43 und einen dreifach verdickten Bereich 44. Die verdickten Bereiche 42, 43, 44 ergeben sich aus der Addition der Waddicken der verschiedenen partiell übereinander geschobenen äußeren Rohrabschnitte 32, 33, 34. Auch hier gewährleistet die Gestaltung der äußeren freien Enden 32a, 33a, 34a der äußeren Rohrabschnitte 32, 33, 34 eine absatzfreie Kontur.

[0020] Auch in diesem Fall können vor oder nach dem Umformprozeß weitere Verbindungspunkte zwischen dem Innenrohr 31 und den äußeren Rohrabschnitten 32, 33, 34 hergestellt werden. Diese Teile sind allerdings schon durch die Formgebung fest miteinander verbunden.

## BEZUGSZEICHENLISTE

[0021]

10 Rohr

- 11 Innenrohr
- 11a äußerer Bereich von 11
- 11 b mittlerer Bereich von 11
- 12 äußerer Rohrabschnitt
- 13 äußeres Ende von 12
- 14 äußeres Ende von 12
- 15 Abschrägung
- 16 Abschrägung
- 20 Bauteil
- 21 dünner Bereich von 20
- 22 verdickter Bereich von 20
- 30 Rohr
- 31 Innenrohr
- 31 a äußerer Bereich von 31
- 32 äußerer Rohrabschnitt
- 32a freies Ende von 32
- 32b Abschrägung an 32a
- 33 äußerer Rohrabschnitt
- 33a freies Ende von 33
- 33b Abschrägung an 33a
- 34 äußerer Rohrabschnitt
- 34a freies Ende von 34
- 34b Abschrägung an 34a
- 40 Bauteil
- 41 dünner Bereich von 40
- 42 einfach verdickter Bereich von 40
- 43 zweifach verdickter Bereich von 40
- 44 dreifach verdickter Bereich von 40

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Bauteils (20, 40) mittels Innenhochdruck-Umformen aus einem Rohr mit mindestens einem Abschnitt unterschiedlicher Wanddicke, derart, daß zunächst ein zusammengesetztes Rohr (10, 30) verwendet wird, indem auf ein Innenrohr (11; 31) mit gleichmäßiger Wanddicke zur Erzeugung des mindestens einen Abschnitts unterschiedlicher Wanddicke mindestens ein äußerer Rohrabschnitt (12; 32, 33, 34) aufgeschoben wird und anschließend das zusammengesetzte Rohr dem Innenhochdruck-Umformprozeß unterworfen wird, so daß die Teile (11, 12; 31, 32, 33, 34) durch den Formgebungsprozeß fest miteinander verbunden werden,  
**dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein Ende (13, 14; 32a, 33a, 34a) des mindestens einen äußeren Rohrabschnittes (12; 32, 33, 34) im Querschnitt schräg gestaltet wird, so daß nach dem Innenhochdruck-Umformprozeß eine im wesentlichen absatzfreie äußere Kontur des Bauteils (20, 40) resultiert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die äußeren Rohrabschnitte (12, 32, 33, 34) vollständig oder partiell übereinander ge-

schoben werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erzeugung mehrerer Abschnitte unterschiedlicher Wanddicke mehrere äußere Rohrabschnitte (32, 33, 34) mit verschiedenen Durchmessern übereinander auf das Innenrohr (31) geschoben werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor und/oder nach dem Fügeprozeß ein oder mehrere zusätzliche Verbindungen zwischen dem Innenrohr (11; 31) und dem mindestens einen äußeren Rohrabschnitt (12; 32, 33, 34) hergestellt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die ein oder mehreren zusätzlichen Verbindungen beim Verbinden des aus dem Innenhochdruck-Umformprozesses resultierenden Bauteils (20, 40) mit einem oder mehreren anderen Bauteilen hergestellt wird.
6. Rohr mit mindestens einem Abschnitt unterschiedlicher Wanddicke, insbesondere zur Verwendung in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei es sich um ein zusammengesetztes Rohr (10, 30) handelt, welches ein Innenrohr (11, 31) mit gleichmäßiger Wanddicke aufweist, auf welches zur Erzeugung des mindestens einen Abschnitts unterschiedlicher Wanddicke mindestens ein äußerer Rohrabschnitt (12; 32, 33, 34) aufgeschoben ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** mindestens ein Ende (13, 14; 32a, 33a, 34a) des mindestens einen äußeren Rohrabschnittes (12; 32, 33, 34) im Querschnitt schräg gestaltet ist.
7. Rohr nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die äußeren Rohrabschnitte (12; 32, 33, 34) vollständig oder partiell übereinander geschoben sind.
8. Rohr nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** zur Erzeugung mehrerer Abschnitte unterschiedlicher Wanddicke mehrere äußere Rohrabschnitte (32, 33, 34) mit verschiedenen Durchmessern übereinander auf das Innenrohr (31) geschoben sind.
9. Rohr nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** es ein oder mehrere zusätzliche Verbindungen zwischen dem Innenrohr (11, 31) und dem mindestens einen Rohrabschnitt (12; 32, 33, 34) aufweist.

## Claims

1. Method of producing a component (20, 40) by means of internal high pressure forming from a tube having at least one section of different wall thickness in such a way that first of all an assembled tube (10, 30) is used by at least one outer tube section (12; 32, 33, 34) being pushed onto an inner tube (11; 31) having a uniform wall thickness for producing the at least one section of different wall thickness and then by the assembled tube being subjected to the internal high pressure forming process, so that the parts (11, 12; 31, 32, 33, 34) are firmly connected to one another by the shaping process, **characterized in that** at least one end (13, 14; 32a, 33a, 34a) of the at least one outer tube section (12; 32, 33, 34) is designed to be bevelled in cross section, so that an essentially step-free outer contour of the component (20, 40) results after the internal high pressure forming process.
2. Method according to Claim 1, **characterized in that** the outer tube sections (12, 32, 33, 34) are pushed completely or partly over one another.
3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that**, to produce a plurality of sections of different wall thickness, a plurality of outer tube sections (32, 33, 34) having different diameters are pushed over one another onto the inner tube (31).
4. Method according to one of the preceding claims, **characterized in that**, before and/or after the joining process, one or more additional connections are produced between the inner tube (11; 31) and the at least one outer tube section (12; 32, 33, 34).
5. Method according to Claim 4, **characterized in that** the one or more additional connections are produced when the component (20, 40) resulting from the internal high pressure forming process is connected to one or more other components.
6. Tube having at least one section of different wall thickness, in particular for use in a method according to one of Claims 1 to 5, the said tube being an assembled tube (10, 30) which has an inner tube (11, 31) having a uniform wall thickness, onto which at least one outer tube section (12; 32, 33, 34) is pushed for producing the at least one section of different wall thickness, **characterized in that** at least one end (13, 14; 32a, 33a, 34a) of the at least one outer tube section (12; 32, 33, 34) is designed to be bevelled in cross section.
7. Tube according to Claim 6, **characterized in that** the outer tube sections (12; 32, 33, 34) are pushed completely or partly over one another.

8. Tube according to Claim 6 or 7, **characterized in that**, to produce a plurality of sections of different wall thickness, a plurality of outer tube sections (32, 33, 34) having different diameters are pushed over one another onto the inner tube (31).
9. Tube according to one of Claims 6 to 8, **characterized in that** it has one or more additional connections between the inner tube (11, 31) and the at least one tube section (12; 32, 33, 34).

## Revendications

1. Procédé de formage d'une pièce (20, 40) par application d'une pression intérieure élevée à partir d'un tuyau ayant au moins une section à épaisseur de paroi différente, de manière telle qu'on utilise d'abord un tuyau assemblé (10, 30) en glissant sur un tuyau intérieur (11 ; 31) à épaisseur de paroi homogène, pour la création d'au moins une section à épaisseur de paroi différente, au moins une section de tuyau extérieure (12 ; 32, 33, 34) et en soumettant ensuite le tuyau assemblé au processus de formage par application d'une pression intérieure élevée, de manière à ce que les pièces (11, 12 ; 31, 32, 33, 34) soient assemblées fixement les unes aux autres par le processus de formage, **caractérisé en ce qu'**au moins une extrémité (13, 14 ; 32a, 33a, 34a) de l'au moins une section de tuyau extérieure (12 ; 32, 33, 34) soit conformée oblique dans sa section transversale, de sorte qu'il en résulte, après le processus de formage par application d'une pression intérieure élevée, un contour extérieur substantiellement dénué de talon de la pièce (20, 40).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les sections de tuyau extérieures (12, 32, 33, 34) sont glissées complètement ou partiellement les unes sur les autres.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que**, pour créer plusieurs sections d'épaisseur de paroi différente, plusieurs sections de tuyau extérieures (32, 33, 34) de diamètres différents sont glissées les unes sur les autres sur le tuyau intérieur (31).
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'avant et/ou après** le processus de jonction, une ou plusieurs liaisons supplémentaires entre le tuyau intérieur (11 ; 31) et l'au moins une section de tuyau extérieure (12 ; 32, 33, 34) sont créées.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** l'une ou les plusieurs liaisons supplémen-

taires sont créées lors de la liaison de la pièce (20, 40) résultant du processus de formage par application d'une pression intérieure élevée avec une ou plusieurs autres pièces.

- 5
6. Tuyau comportant au moins une section à épaisseur de paroi différente, notamment pour une utilisation dans un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, s'agissant d'un tuyau assemblé (10, 30) qui présente un tuyau intérieur (11, 31) à épaisseur de paroi homogène sur lequel, afin de créer au moins une section à épaisseur de paroi différente, est glissée au moins une section de tuyau extérieure (12 ; 32, 33, 34), **caractérisé en ce qu'**au moins une extrémité (13, 14 ; 32a, 33a, 34a) de l'au moins une section de tuyau extérieure (12 ; 32, 33, 34) est conformée oblique dans sa section transversale. 10 15
7. Tuyau selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les sections de tuyau extérieures (12 ; 32, 33, 34) sont glissées complètement ou partiellement les unes sur les autres. 20
8. Tuyau selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce qu'**afin de créer plusieurs sections à épaisseur de paroi différente, plusieurs sections de tuyau extérieures (32, 33, 34) de diamètres différents sont glissées les unes sur les autres sur le tuyau intérieur (31). 25 30
9. Tuyau selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, **caractérisé en ce qu'**il présente une ou plusieurs liaisons supplémentaires entre le tuyau intérieur (11, 31) et l'au moins une section de tuyau (12 ; 32, 33, 34). 35

40

45

50

55

FIG. 1a

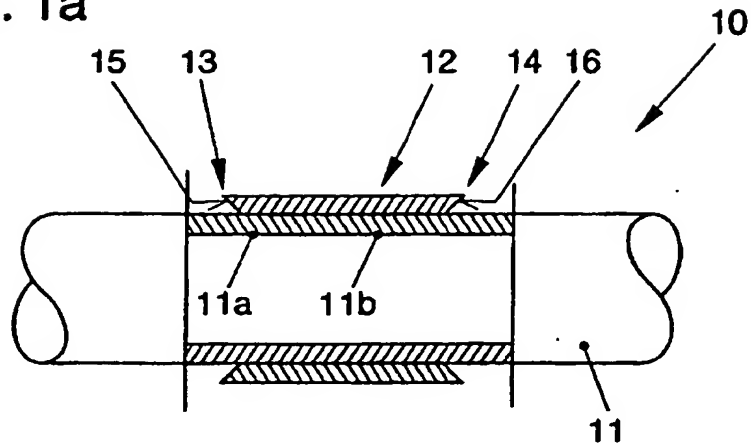


FIG. 1b

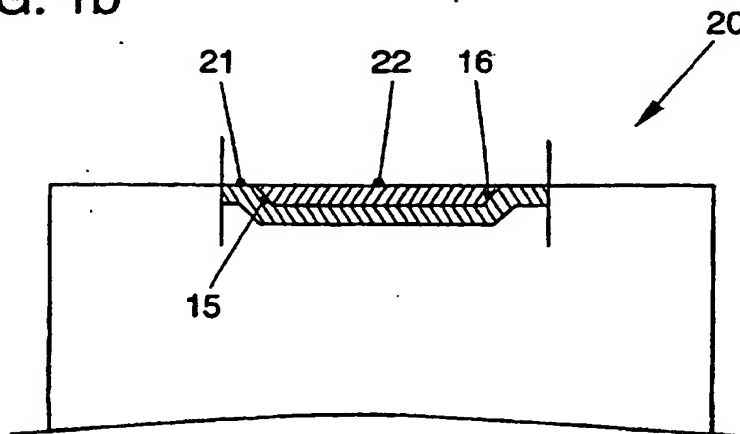




FIG. 2a

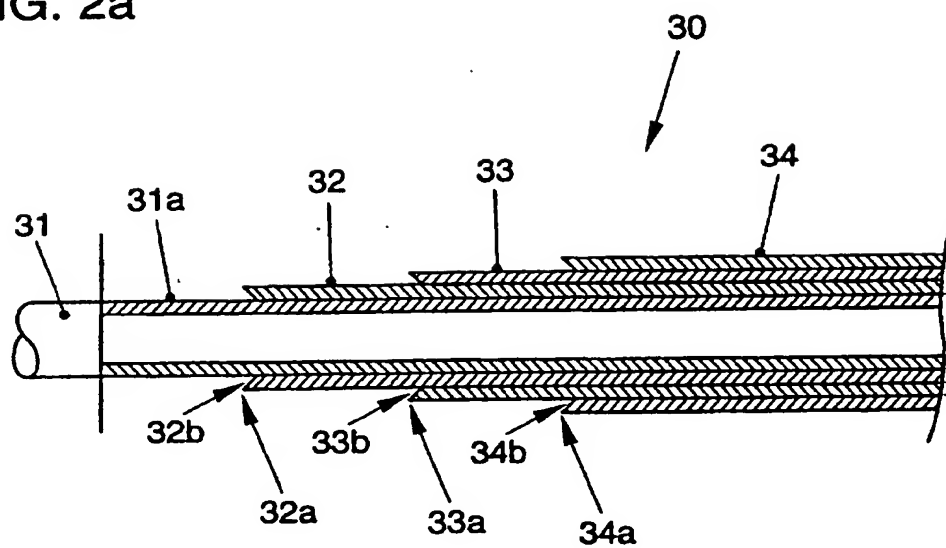


FIG. 2b

